PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 45. 11. August 1900. I. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
J. Trowbridge, Die Erzeugung von X-Strahlen durch einen Batteriestrom. S. 493.
Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Pisa (Direktor A. Battelli):
No. 6. L. Puccianti, Noch einmal über die Absorptionsspektra im Ultrarot. S. 494.
M. Toepler, Über eine schraubenförmige Entladung. S. 497.

Vorträge und Reden:
H. A. Lorentz, Elektromagnetische Theorien physikalischer Erscheinungen. S. 498.

Referate über die Berichte des Internationalen Physikerkongresses zu Paris:
A. Broca, Die Umwandlungen der Energie im Organismus. S. 501.
C. Barus, Die Fortschritte der Pyrometrie. S. 502.
R. Blondlot u. C. Gutton, Die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen. S. 504.
E. Branly, Die Radiokonduktoren. S. 505.

Referate:
Der Wrightsche Maximalstrommesser. S. 506.

Besprechungen:
E. Cohn, Das elektromagnetische Feld. S. 507.

Personalien. S. 508.
Gesuche. S. 508.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die Erzeugung von X-Strahlen durch einen Batteriestrom.

Von J. Trowbridge.

Ich habe kürzlich die Aufstellung einer Batterie von 20000 Akkumulatoren im Jeffersonschen Physikalischen Laboratorium vollendet. Dieselbe giebt über 40000 Volt und durch einen grossen Widerstand hindurch einen ziemlich stetigen Strom. Eine der mich am meisten interessierenden Fragen bezüglich der Batterie war die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, wirksame X-Strahlen mit ihr zu erzeugen. Die Antwort auf diese Frage fiel bejahend aus, da die Strahlen in grosser Intensität erzeugt wurden; es ist möglich, Photographien von den gebräuchlichen Objekten zu machen, die sich dieser Art der Untersuchung darbieten. Die Negative zeigen grosse Kontraste, und es sind sogar Spuren von den Schatten der Bänder und Muskeln vorhanden.

Der grosse Vorteil dieser neuen Methode zur Erzeugung der Strahlen besteht in der Möglichkeit, den Strom und die Potentialdifferenz, die zur Erzeugung der Strahlen nötig sind, zu regulieren. Dies ist bei keiner der anderen gegenwärtig gebräuchlichen Methoden möglich. Wenn die X-Strahlenröhre mit der Batterie verbunden wird, so fliesst zuerst kein Strom; man muss erst die Röhre mit einem Bunsenbrenner anwärmen. Bei einer bestimmten kritischen Temperatur leuchtet die Röhre plötzlich in lebhaftem Fluorescenzlicht, und die Strahlen werden mit grosser Intensität ausgesandt. Ich gebrauchte einen Widerstand aus destilliertem Wasser von ungefähr 4 Millionen Ohm in Serienschaltung zur Röhre. Der Strom betrug infolgedessen nicht mehr als drei bis vier Milliampère.[1]) Es ist ein interessantes Schauspiel, die Röhre in so glänzender und geräuschloser Weise leuchten zu sehen.

Da ein so grosser Widerstand nötig war beim Gebrauch von 40000 Volt, so schien es möglich, die Strahlen mit weniger Zellen zu erzeugen. In der That lassen sie sich unschwer in brillanter Weise mit 20000 Volt[2]) erzeugen; und ich sehe nicht ein, warum sie nicht mit einer noch viel kleineren Zahl erzeugt werden können, wenn man erst eine passende Röhre hat. Da ich 4 Millionen Ohm als Vorschaltwiderstand gebrauchte, so ist es klar, dass in dem Stromkreis keine elektrischen Schwingungen möglich waren. Notwendig für die wirksame Erzeugung von X-Strahlen ist offenbar ein gleichgerichteter Strom, und zwar ein Strom von genügender Stärke, um die Antikathode zur Rotglut zu erhitzen. Wenn die Antikathode weissglühend wird, so fällt der Widerstand der Röhre, infolge der von den Elektroden und den Wänden der Röhre entwickelten Gase, derartig, dass die Strahlen schwächer werden. Diese Widerstandsänderung der Röhre ist eine sehr wichtige Erscheinung. Sie ist augenscheinlich bewirkt durch das Freiwerden von Gasen, die in den metallischen Elektroden und den Glaswänden der Röhre okkludiert waren. Dr. Rollins in Boston hat kürzlich im „Electrical Engineer" einen Versuch veröffentlicht, der mir in dieser Hinsicht beweisend zu sein scheint. Zwei gewöhnliche „Focus"-Röhren waren miteinander verbunden durch ein Rohr, das senkrecht zur Achse der beiden Röhren stand. Die Anordnung stellte

1) Eine solche Stromstärke ist mit einer vielplattigen Influenzmaschine auch erreichbar; in der That erhält man mit einer solchen auch sehr gute X-Strahlen bei stetigem Strom. Es fehlt leider jede quantitative Angabe des Verf. über die erzielte Intensität. (Der Übersetzer.)

2) Im Original steht, wahrscheinlich irrtümlich, „20000 Zellen". (Der Übersetzer.)

also eine doppelte Röntgenröhre dar. Sie war sehr hoch evakuiert; derselbe Verdünnungsgrad herrschte in beiden Röhren. Eine der Röhren wurde dann erhitzt, bis eine Potentialdifferenz, entsprechend einer Schlagweite von 1 Zoll, die X-Strahlen mit grosser Intensität erzeugte; gleichzeitig konnte eine Potentialdifferenz, entsprechend 8 Zoll Schlagweite, die andere mit der ersten verbundene Röhre nicht zum Leuchten bringen;[1]) und doch herrschte in beiden Röhren derselbe Verdünnungsgrad. Es scheint also das Vorhandensein okkludierter Gase und nicht der Verdünnungsgrad massgebend für die Erzeugung der Strahlen zu sein. Mit dem stetigen Batteriestrom kann man diese Erscheinung sehr vorteilhaft beobachten. Wenn die Röhre bis zu einer bestimmten kritischen Temperatur erhitzt ist, dann kommt ein blauer Nebel von der Anode her und wird durchsetzt von dem Bündel der Kathodenstrahlen. Wenn die Stromstärke allmählich erhöht wird durch Verminderung des Vorschaltwiderstandes, so füllt der blaue Nebel[2]) die ganze Röhre, die Antikathode wird weissglühend und die X-Strahlen verschwinden. Vermindert man den Strom, so sinkt die Antikathode wieder auf Rotglut, der blaue Nebel zieht sich zusammen, sinkt in die Anode und die X-Strahlen kommen wieder mit grossem Glanze hervor. Das Verschwinden des blauen Nebels bedeutet eine Vermehrung des Widerstandes der Röhre; die Antikathode glüht schwächer und schwächer, und wenn jetzt der Strom nicht vermehrt wird, so verlöscht die Röhre ganz und muss wieder angeheizt werden.

Ein stetiger Batteriestrom mit regulierbarem Flüssigkeitswiderstand ist, glaube ich, unentbehrlich, wenn man die besten Bedingungen zur Erzeugung der Strahlen studieren will. Eine Akkumulatorenbatterie von 40000 Volt setzt mich in Stand, die Spannung und die Stromstärke in weiten Grenzen zu ändern. Die Röhre glüht vollkommen stetig und die Stärke der X-Strahlen scheint kontrollierbar. Da die Erscheinung der Gasokklusion in einer X-Strahlenröhre einen solch grossen Einfluss auf den Durchgang des Stromes durch einen evakuierten Raum hat, so interessierte es mich, die Erscheinung von einem Drucke von 1 oder 2 Millimetern bis zum X-Strahlen-Vakuum zu untersuchen. Ich benutzte hierzu eine Röhre mit Längsdurchsicht von besonderer Konstruktion. Ein Ende der Röhre war in eine dünne Kugel aufgeblasen, durch die die X-Strahlen beobachtet werden sollten; es war möglich, die Röhre stark zu erwärmen, um einen hohen Verdünnungsgrad hervorzubringen; und ferner war diese Röhrenform sehr brauchbar für die spektroskopische Beobachtung der Entladung. Wenn die Röhre bis zum Auftreten der geschichteten Entladung ausgepumpt war und mit der Batterie verbunden wurde, so konnte die Stärke und Form der Schichten durch Vermehrung oder Verminderung der Stromstärke verändert werden; wenn der Strom vermehrt wurde, so löste sich eine blaue Entladung von der Anode ab und verband sich mit den Schichten im engen Teil der Röhre. Dieser Prozess konnte wiederholt werden, bis sich so eine Art stehender Wellen gebildet hatte. Wenn der Strom vermindert wird, so verschwinden die Schichten in den Elektroden, und zwar mehr in der Anode als in der Kathode. Dieser Prozess kann bis zum X-Strahlen-Vakuum fortgesetzt werden. Da infolge des Vorschaltwiderstandes von einigen Megohm keine elektrischen Schwingungen im Stromkreise möglich sind, so scheint mir die Theorie der molekularen Stösse im Verein mit der Erscheinung der Okklusion am wichtigsten. Die von mir benutzte Längssichtröhre war mit Wasserstoff gefüllt, der durch Elektrolyse von Phosphorsäure in destilliertem Wasser erhalten war. Das Gas wurde dann durch Kalilauge und Phosphorpentoxyd geleitet. Für quantitative Versuche scheint mir zweifellos Hittorfs Jodcadmiumlösung in Amylalkohol als Widerstand besser zu sein als destilliertes Wasser.

(Aus dem Englischen übersetzt von W. Kaufmann.)

(Eingegangen 13. Juli 1900.)

1) Wie weit war das Verbindungsrohr? Wie lange wurde gewartet? Bei den ausserordentlich niedrigen Drucken diffundiert das Gas sehr langsam. (Der Übersetzer.)

2) Der „blaue Nebel" ist das negative Glimmlicht; seine Ausdehnung und Zusammenziehung rührt von der Zusammenziehung resp. Ausdehnung des „dunklen Kathodenraumes" her. (Der Übersetzer.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Pisa (Direktor A. Battelli).

No. 6:[1]) L. Puccianti, Noch einmal über die Absorptionsspektra im Ultrarot.

In einer vorläufigen Mitteilung, die im vorigen Jahre[2]) in dieser Zeitschrift veröffentlicht worden ist, habe ich über meine Untersuchungen über die Absorptionsspektra im Ultrarot des Benzol, des Toluol, des Orthoxylol und des Methyljodürs berichtet. Ich wies einige Übereinstimmungen nach, welche mit dem schon von Spring entwickelten Gedanken in Einklang stehen, dass die Absorption der organischen Verbindungen in enger Beziehung zu den Atom-

1) No. 5: Diese Zeitschrift I, 153, 1899.

2) Diese Zeitschrift I, 49, 1899.

gruppen stehe, aus welchen die Molekel zusammengesetzt ist. Ich machte sodann auf eine Übereinstimmung zwischen einer Bande des Benzol und einer des Methyljodür aufmerksam, die durch diese Schlussfolgerung nicht erklärt werden kann, und folglich als zufällige Übereinstimmung betrachtet werden müsste. In der Folge habe ich viele andere Versuche angestellt, sowohl an den nämlichen Körpern wie auch an einer Reihe von neuen Verbindungen. Es ist mir dabei klar geworden, dass die Vorstellung von der durch Atomgruppen veranlassten Absorption nicht ausreicht, um von dem grössten Teile der Übereinstimmungen Rechenschaft zu geben. Man kann diese aber in anderer Art mit der chemischen Natur des Körpers in Beziehung bringen.

Die von mir geprüften Verbindungen sind folgende:

Verbindung	Gruppe
Benzol	Hexagonale
Toluol	Hexagonale
Orthoxylol	Hexagonale
Metaxylol	Hexagonale
Paraxylol	Hexagonale
Äthylbenzol	Hexagonale
Pyridin	Hexagonale
Äthyljodür	Paraffine
Methyljodür	Paraffine
Äthyläther	Paraffine
Methylalkohol	Paraffine
Äthylalkohol	Paraffine
Allylalkohol	Olefin.
Schwefelkohlenstoff	nicht hydrogenisiert
Chlorkohlenstoff	nicht hydrogenisiert
Wasser.	

Die Flüssigkeiten wurden in einer Dicke von 1,40 mm geprüft; beim Äthylalkohol wurde auch ein Teil des Spektrums bei einer Dicke von 0,27 mm durchmustert. (Siehe Tafel, Kurve 13.)

Die Resultate sind graphisch durch Kurven auf umstehender Tafel dargestellt; die Abscissen entsprechen den kleinsten Ablenkungen bei meinem Quarzprisma; (brechender Winkel 59° 58′ 30″; die Halbierungsebene des brechenden Winkels steht lotrecht zur optischen Achse;) die Ordinaten entsprechen der prozentualen Absorption.

Die obenstehenden Zahlen bedeuten die Wellenlängen nach den Dispersionsbestimmungen von H. **Rubens.**[1]) Die vertikalen Linien, welche verschiedene Kurven schneiden, bezeichnen die Uebereinstimmungen, die die Spektra aufweisen.

Die wichtigste Übereinstimmung wird von der nicht unterbrochenen Linie angezeigt; verfolgt man dieselbe, so findet man, abgesehen von kleinen Unterschieden, die Messungsfehlern zuzuschreiben sind, ein Maximum bei den Spektren von dreizehn Wasserstoffverbindungen des Kohlenstoffs, während an derselben Stelle des Spektrums der Schwefelkohlenstoff und der Chlorkohlenstoff keine wahrnehmbare, und Wasser nur eine sehr geringe Absorption zeigen. Man kann die Übereinstimmung nicht einer gemeinsamen Atomgruppe zuschreiben, auch nicht dem Vorhandensein des Wasserstoffs allein oder des Kohlenstoffs allein, sondern dem Kohlenstoff in Verbindung mit dem Wasserstoff.

Donath kam in seiner geschätzten Arbeit „Bolometrische Untersuchungen über Absorptionsspektra fluorescierender Substanzen und ätherischer Öle“[1]) zu Resultaten, die hier zusammen mit den meinigen besprochen werden müssen.

Er fand, dass folgende sieben Substanzen:

Terpentinöl
Wachholderöl
Rosmarinöl
Lavendelöl
Sassafrasöl
Olivenöl
Petroleum

in der spektralen Region von 0,7 bis 2,75 μ Wellenlänge Absorptionskurven von fast gemeinsamem Verlaufe haben, welche Erscheinung er dem Gehalt dieser Substanzen an Kohlen- und an Wasserstoff zuschreibt; aber sowohl wegen der geringen Zahl, wie auch wegen der Art der geprüften Körper kann sein Schluss nur einen geringen Grad von Wahrscheinlichkeit haben. In der That zeigen meine Versuche, dass in der spektralen Region von 2 bis 2,75 μ Wellenlänge, die Kurven von verschiedenen Verbindungen, die sämtlich alle beide Elemente enthalten, unter sich sehr verschieden sind, und keinerlei gemeinsames Charakteristikum aufweisen.

Der fast gleiche Verlauf der Kurven, den Donath fand, kann also nicht von dem Gehalt an Kohlen- und Wasserstoff herrühren.

Im übrigen Spektrum zeigen die Donathschen Kurven ein anderes, einziges Charakteristikum: nämlich ein Maximum in der Nähe von 1,7 μ, also übereinstimmend mit dem Maximum, das ich bei dreizehn Wasserstoffverbindungen des Kohlenstoffs fand. Die Donathsche Folgerung ist also nur in Bezug auf dieses Maximum richtig, aber erst mit Rücksicht auf meine Versuche kann man folgenden Schluss als sehr wahrscheinlich hinstellen:

„Flüssige Verbindungen, welche Kohlenstoff in direkter Verbindung mit Wasserstoff enthalten, zeigen ein Absorp-

1) Wied. Ann. **53**, 267, 1894.

1) Wied. Ann. **58**, 609, 1896.

tions-Maximum bei 1,71 μ Wellenlänge.“ Beachtenswert sind ferner folgende Beziehungen zwischen der chemischen Natur und der Absorption:

a) Die sieben Verbindungen, deren Molekel hexagonalen Bau haben, zeigen ausser dem gewöhnlichen Maximum noch zwei andere gemeinsame Maxima, (38^0 13′ und 38^0 44′) die von der Linie — · — · — — · — · — · angegeben werden; sie stehen wahrscheinlich in Beziehung zu dem besonderen Bau des Moleküls.

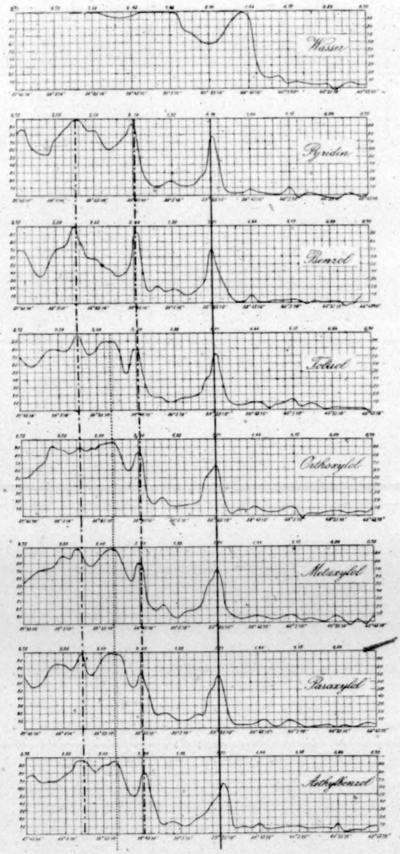


Fig. 1.

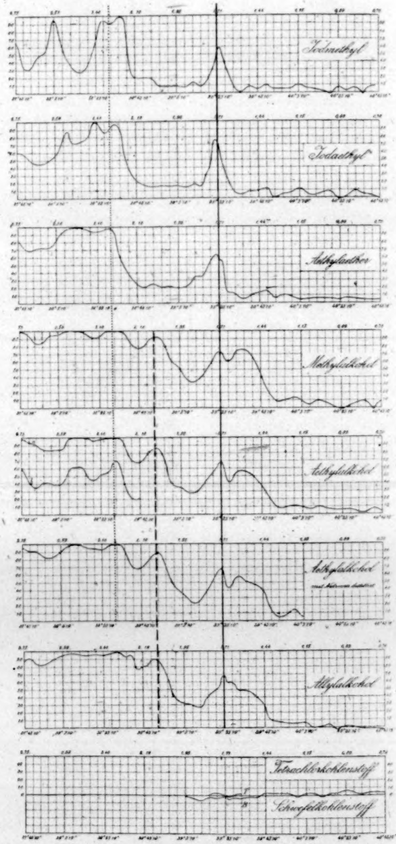


Fig. 2.

b) Die Spektra der drei Alkohole sind unter einander ähnlich; bemerkenswert ist der Zusammenhang der Maxima, welche der kleinsten Ablenkung von 38^0 50′ entsprechen; wir bezeichnen sie mit der — — — — Linie.

c) Die drei Xylol Isomeren haben annähernd, aber doch nicht völlig identische Absorption.

d) In meiner früheren Abhandlung wies ich die annähernde Übereinstimmung zwischen der Bande des Toluols und des Orthoxylols bei 38^0 30′ und zwischen der doppelten Bande des Methyljodürs nach. Meine neuen Messungen zeigen, dass auch die beiden anderen Xylole, das Äthylbenzol, das Äthyljodür, der Äther, der Äthylalkohol und der Methylalkohol Maxima

haben (in einigen Spektren freilich sehr unsichere), die dieser Stellung sehr nahe kommen.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Helene Rhumbler.)

(Eingegangen 16. Juli 1900.)

Über eine schraubenförmige Entladung.

Von Max Toepler.

Herr E. Ruhmer hat kürzlich auf eine schraubenförmige Entladung des Induktionsfunkens aufmerksam gemacht.[1]) Schon früher hatte ich erwähnt,[2]) dass man mittels vielplattiger Toeplerscher Maschinen eine derartige gewundene Entladung erhalten kann. Im folgenden seien einige Beobachtungen über ihren Existenzbereich und ihre Eigenschaften mitgeteilt.

In freier Luft kann man bei positiver Entladung (zwischen einer Metallspitze als Anode und einer Halbleiterplatte als Kathode) für 1 bis 4 cm Schlagweite bei allmählicher Stromvermehrung häufig das successive Auftreten folgender Entladungsformen beobachten:

Dauerglimmen, Stossbüschel resp. halbe Funken, zischenden positiven Büschel mit schraubenförmig gewundenem Stiele, geräuschlosen Dauerbüschel mit geradem Stiele u. s. w. . . Meist kommt es freilich nicht zur Ausbildung der schraubenförmigen Entladung; überhaupt ist ihre Existenz von Zufälligkeiten sehr abhängig. Die Ganghöhe der Leuchtschraube betrug meist 0,2 cm, ihr Durchmesser etwa 0,1 cm.

Auch in gasverdünnten Räumen tritt bei dem gleichen Übergange schraubenförmige Entladung auf und bildet hier infolge ihrer grösseren räumlichen Ausdehnung eine auffallende Lichterscheinung.

Die benutzten Geisslerrohre besassen folgende Dimensionen:

		I	II	III	IV	V	VI	VII
Durchmesser	in cm	1,5	4,3	4,1	4,0	3,9	2,5	2,1
Elektrodenabstand	„ „	51	201	85	74	139	90	61

Als Elektroden dienten in Rohr VII zwei Metallscheiben, sonst stumpfe Spitzen. Die Luftverdünnung besorgte eine gewöhnliche Wasserstrahlpumpe.

Soweit ich beobachten konnte, ist bei Drucken unter 5 cm in engen Rohren positive Büschelentladung bei kontinuierlicher Stromzufuhr zu den Elektroden überhaupt nicht mehr existenzfähig. Es fehlt demnach auch die schraubenförmige Entladungsform. Dies ändert sich jedoch, sobald man durch Vorschalten einer Funkenstrecke (am besten beiderseits der Röhre) die Stromzufuhr zu einer disrupten macht.[1])

Wie bei Atmosphärendruck erscheint durch Vorschaltung von Funkenstrecken für schwachen Strom Streifenentladung[2]) an Stelle des Glimmens; die Elektroden sind umhüllt von zahllosen, angenähert normal zur Elektrodenoberfläche verlaufenden Lichtfäden. Trifft ein Lichtfaden der Streifenentladung in seinem angenähert geradlinigen Verlaufe die Glaswand, so biegt er an ihr scharf um und läuft weiterhin in unregelmässig gekrümmter, oft ihre Lage spontan ändernder Bahn an der Innenseite des Glasrohres entlang. Die Folge dieses Verhaltens ist, dass die Rohrwand innen von einem Netze von Leuchtfäden überzogen erscheint. Wie man sich leicht durch den Einfluss dem Rohre genäherter Leiter überzeugt, ist die Aufgabe der an der Glaswand entlang laufenden Lichtbänder hauptsächlich die, die Rohrwand bei jedem Stromstosse zu laden; die Lage der Leuchtfäden ist gegen elektrostatische Einflüsse von aussen sehr empfindlich. Bemerkt sei, dass auch in Glasrohren bei symmetrischer Elektrodenanordnung positive Streifenentladung räumlich überwiegt.

Verstärkt man den Strom, so ziehen sich allmählich die zahlreichen Lichtfäden zu einem einzigen Lichtbande zusammen. Dieses windet sich in einer Schraubenlinie an der Rohrwand entlang. Bei weiter vermehrtem Strome löst es sich von der Rohrwand mehr und mehr ab, wird immer gestreckter und bildet schliesslich einen nahezu in der Rohrachse verlaufenden, die Elektroden fast geradlinig verbindenden Lichtstreifen. Dieser entspricht dem Stiele des positiven Dauerbüschels bei Atmosphärendruck; wie letzterer zeigt der Lichtstreif an der Anode karminrote, weiterhin blaue Färbung. Zur Ausbildung einer Büschelkrone kommt es in den ja relativ engen Rohren nicht.

Unter Berücksichtigung des Gesagten kann man leicht in den verschiedensten Rohren die schraubenförmige Entladung erhalten.

Am vollkommensten bildete sich die schraubenförmige Entladung in den Rohren III, IV und VI aus. Ich beobachtete hier bei konstantem Drucke und konstanter (mittlerer) Stromstärke folgendes:

Die Ganghöhe der Leuchtschraube ist sehr veränderlich; z. B. betrug sie in dem 4 cm weiten Rohre meist zwischen 5 und 20 cm.

---

1) Diese Zeitschrift S. 407.

2) Abh. der naturw. Ges. Isis, Dresden, **8**, Fig 9 u. 17., 1898.

1) Bildet sich jedoch in dem vorgeschalteten Schlagraume kein Funkenstrom, sondern irgend eine nahe kontinuierliche Entladungsform (z. B. Büschellichtbogen), so wirkt dies wie eine metallische Überbrückung des Schlagraumes.

2) Vgl. Ann. d. Physik **2**, 596, 1900.

Auch der Windungssinn wechselt häufig ohne sichtbare Veranlassung. Man kann aber auch meist den Windungssinn willkürlich ändern, indem man z. B. im Falle rechts gewundener Schraube von der Anode aus mit der Hand um das Rohr herum eine Linksschraube beschreibt.

Sowohl die links wie die rechtsgewundene Leuchtschraube dreht sich und zwar in der Regel derart, dass sich jedes Bahnelement langsam von der Anode nach der Kathode zu verschiebt (die rechtsgewundene Schraube dreht also meist links, und umgekehrt — von der Anode ausgesehen). Die Drehgeschwindigkeit ist sehr variabel. Durch elektrostatische Beeinflussung kann man die Drehung vollständig aufheben.

Einen wesentlichen Einfluss der Rohrstellung, ob vertikal (Anode oben oder unten) oder horizontal auf Ganghöhe, Windungssinn u. s. w. war nicht zu bemerken. Es ist also auch die Richtung des erdmagnetischen Feldes im Rohre ohne Einfluss. Ebenso war das Annähern, weiter auch das Umlegen eines langen zum Rohre normal- oder parallelliegenden Stabmagneten ganz wirkungslos; erst wenn das Umlegen in weniger als 20 cm Abstand vom Rohre erfolgte, bemerkte man (aber auch nur während der Operation des Umlegens) eine vorübergehende Störung, welche also elektrischen und nicht magnetischen Einflüssen zuzuschreiben war.

Ganghöhe, Windungssinn, Drehsinn u. s. w. der in Rede stehenden schraubenförmigen Entladung sind also gegen elektrische Einflüsse äusserst empfindlich, gegen magnetische nicht. Die häufigen spontanen Änderungen des Wertes der genannten Grössen ermutigen nicht zu eingehenden Untersuchungen.

Dresden, den 28. Juli 1900.

(Eingegangen 31. Juli 1900.)

VORTRÄGE UND REDEN.

Elektromagnetische Theorien physikalischer Erscheinungen.[1])

Von H. A. Lorentz.

Wenn ich in dieser Stunde Ihr wohlwollendes Interesse auf einige Probleme der heutigen Physik lenke, so bietet sich mir eine grosse Auswahl dar. Zahlreich sind ja die Wege, auf welchen wir versuchen, die Naturerscheinungen unserem Geiste näher zu bringen; einige sind sicher und führen geradenwegs auf das Ziel hin; andere schlängeln sich um unüberwindliche Schwierigkeiten oder sind nur auf kurze Strecken durch kühne Bahnbrecher angelegt. Individuelle Eigenschaften und Neigungen bestimmen für jeden Forscher die Wahl; der eine wird mit Vorliebe das Gebiet unserer Kenntnisse durch neue Entdeckungen erweitern, der andere lieber das bereits gewonnene Terrain bearbeiten und ebnen.

Für alle ist das Gesetz der Erhaltung der Energie ein Führer, von dessen Anweisungen sie nicht leicht abweichen werden. Wer seine Physik in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gelernt hat, ist mit diesem Prinzip so verwachsen, dass es allem seinem wissenschaftlichen Denken von Beginn ab sein Gepräge aufgedrückt hat. Wir betrachten es jetzt als sehr natürlich, dass eine Grösse, wie der Arbeitsvorrat oder die Energie existiert, die für das ganze Weltall oder für ein in sich abgeschlossenes System von Körpern berechnet fortdauernd denselben Wert behält, wenn auch ihre Verteilung über die einzelnen Körper und der Betrag ihrer Teile, die von dem Orte, der Bewegung und dem Zustande der Körper abhängen, von Augenblick zu Augenblick sich verändern können. Dass die Energie der Sonnenstrahlen in andere Formen übergeht — wie die gebräuchliche Bildersprache lautet —, wenn das Wasser verdampft und nach den Bergspitzen übergeführt wird, wenn Winde entstehen oder die grünen Pflanzenteile den Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Atmosphäre in neue Verbindungen festlegen, mit solchen Ideen sind wir vollkommen vertraut. Und legt uns jemand, was hin und wieder nochmal vorkommt, einen Plan für ein Perpetuum mobile vor, dann getrauen wir uns, denselben sofort, selbst bevor wir von dessen Eigenart Kenntnis genommen haben, für ein Hirngespinst zu erklären. Wir werden es für unsere Pflicht halten, dem Erfinder seine Illusionen zu nehmen, selbst wenn es uns schwierig sein mag, ihm genau und überzeugend den Fehler in seinem Gedankengange nachzuweisen. Sollte uns dies ganz und gar nicht gelingen, dann werden wir das unserer mangelhaften Einsicht zuschreiben; so sehr haben wir uns daran gewöhnt, das allgemeine Prinzip,

1) Rektoratsrede, gehalten zur Feier des 325. Jahrestages der Universität Leyden am 8. Februar 1900.

dass eine Maschine auf die Dauer keine Arbeit verrichten kann, wenn nicht von aussen Energie zugeführt wird, höher zu stellen, als unsere Kenntnis der besonderen Wirkungen der Naturkräfte.

Ein zweiter allgemeiner Satz ergänzt in der glücklichsten Weise das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Die Untersuchungen, welche die Unmöglichkeit eines Perpetuum mobile erwiesen, führten zugleich zu der Erkenntnis, dass die Natur in der Wärme des Seewassers, der Luft und des Bodens einen unermesslichen Vorrat von Energie aufgespeichert hat, einen Vorrat, von dem wir uns einen Begriff bilden können, wenn wir erwägen, dass das Arbeitsvermögen, welches eine Wassermasse beim Sinken der Temperatur um 0,1° C. verliert, beinahe ebenso gross ist, als die Energie, welche dieselbe Wassermasse haben würde, wenn sie mit einer Geschwindigkeit von 30 m pro Sekunde strömte. Es ist daher nicht wunderbar, dass die Frage angeregt wurde, ob wir diese Schätze nicht ebenso gut, wie die Energie des Windes oder eines Wasserfalles uns dienstbar machen könnten. Das Gesetz der Erhaltung der Energie würde, wenn uns dies gelänge, unangetastet bleiben; es ist diesmal der sogenannte zweite Hauptsatz der Thermodynamik, der uns hier eine Grenze steckt. Er lehrt, dass wir nur unter ganz bestimmten Bedingungen Wärme als bewegende Kraft benutzen können, z. B. wenn wir Körper von verschiedener Temperatur, wie den Feuerherd und das Kühlwasser bei einer Dampfmaschine zu unserer Verfügung haben. Dann kann ein bestimmter Bruchteil, und niemals mehr als dieser Bruchteil, der Wärme, die dem Körper mit der höchsten Temperatur entzogen wird, zum Verrichten von mechanischer Arbeit benutzt werden.

Es giebt kein anderes Gesetz in der Physik, das sich in so verschiedene Formen giessen und das sich so vielseitig anwenden lässt, als dies thermodynamische. Die einfache Form, unter der Clausius dasselbe aussprach: „die Wärme kann nicht von selbst aus einem kälteren in einen wärmeren Körper übergehen", ist beinahe nicht mehr zu erkennen in dem Kleide von verwickelten mathematischen Formeln, die für einige Zwecke nötig geworden sind. Indes in der einen oder anderen Gestalt beherrscht das Gesetz ausgedehnte Kapitel der theoretischen Physik. Es verschafft uns eine Einsicht in die Bedingungen, unter welchen die eine Form der Energie in die andere übergeführt werden kann und giebt uns im allgemeinen die Richtung an, in welcher die Naturerscheinungen vor sich gehen. In der jungen Wissenschaft der physikalischen Chemie spielt es eine Hauptrolle; es ist der Leitfaden, der Schreinemakers u. a. den Weg im Irrgarten verwickelter chemischer Gleichgewichte weist.

Das Operieren mit solchen allgemeinen Grundsätzen hat aber auch seine Schattenseiten. Gerade weil das Gesetz der Erhaltung der Energie und der zweite Hauptsatz der Thermodynamik unabhängig von dem inneren Bau der Körper sind — oder höchstens nur sehr allgemeine Voraussetzungen darüber erfordern — lernt man, wenn man sich nur dieser Gesetze bedient, über den Mechanismus der Erscheinungen nichts oder nur sehr wenig. Wohl wird man zu begehrenswerten Resultaten geführt, aber man bekommt unterwegs nicht viel zu sehen.

So z. B. wenn wir mit James Thomson aus der Thatsache, dass Wasser beim Gefrieren eine Volumänderung von 9% erfährt, im Verein mit der Schmelzwärme von Eis den Schluss ziehen, dass der Schmelzpunkt um 0,007° C. sinken muss, wenn der Druck um 1 Atmosphäre erhöht wird. Wir finden dies experimentell bestätigt und knüpfen daran interessante Schlüsse über manche Erscheinungen, die wir im kleinen im Laboratorium und im grossen bei den Gletschern wahrnehmen. Doch die Versicherung, dass dies alles so sein muss, weil, wenn der Gefrierpunkt einmal nicht, oder nicht genau um 0,007° C. erniedrigt würde, es uns möglich sein würde, in einem System von Körpern Veränderungen hervorzurufen, die zum Schluss der Rechnung darauf hinauslaufen würden, dass Wärme aus einem kalten in einen warmen Körper übergegangen wäre, diese Erklärung kann uns nur halbwegs befriedigen.

Die Befriedigung, welche uns die allgemeinen Gesetze nicht gewähren, suchen und finden wir auch zum Teil in den besonderen Theorien über den Mechanismus der Erscheinungen; diese geben uns von dem Zusammenhang und Wesen der Dinge eine zwar mangelhafte aber doch lebendige und klare Vorstellung. Während sie uns das bereits Gefundene als notwendig erkennen lehren, helfen sie uns das noch Verborgene aufzuspüren und führen uns zu neuen Untersuchungen, ja vielleicht zu neuen Entdeckungen. Wärme ist nun nicht mehr ein Name für irgend ein unbekanntes Agens, oder für einen Ausdruck in unseren mathematischen Formeln; wir denken, sobald wir das Wort gebrauchen, an eine schnelle, ungeordnete Bewegung der unsichtbaren Moleküle der Körper. Die Eigenschaften der Gase werden Folgerungen aus den einfachsten Voraussetzungen, die wir über die Bewegung und die gegenseitige Wirkung der Moleküle machen können. Es wird uns klar, wie der durch das Gas ausgeübte Druck entsteht, warum das Gas sich bei der Erwärmung ausdehnt, wie die Mischung zweier Gase stattfindet, was wir Reibung der einen Gasschicht gegen die andere nennen. Wir folgen van der Waals und schreiben den Molekülen einige

Ausdehnung zu und die Kraft, sich in kleinen Abständen gegenseitig anzuziehen. Das Bild kann auch eine Flüssigkeit darstellen, und indem wir die Hypothesen an der Erfahrung stets prüfen, arbeiten wir das Bild weiter und weiter aus, stellen die Dimensionen näherungsweise fest, wiegen und messen die Moleküle und Atome.

Während die molekularen Theorien bemüht sind, die Schwierigkeiten, womit sie noch zu kämpfen haben, zu überwinden, lernen wir inzwischen von Lord Kelvin, dass die Elastizität und Festigkeit der Moleküle von schnellen Bewegungen herrühren könnten, wie das Fahrrad die Stabilität seiner richtigen Lage durch die Umdrehung erhält. Ja derselbe Forscher geht weiter und entwirft versuchsweise die kühne Theorie der Wirbelatome: der ganze Raum von einer einzigen inkompressiblen Flüssigkeit erfüllt; was wir Atome nennen, sind nichts anderes als Teile dieses Stoffes, welche durch eine fortwährende, drehende Bewegung sich gegen die umringende Flüssigkeit abheben. Der vorsichtige Hertz basiert ein System der Mechanik und Naturerklärung auf die Hypothese, dass alle sichtbaren Bewegungen begleitet sind von unsichtbaren, deren Art uns unbekannt ist. In diesem Systeme sind es Wirbelbewegungen, welche einen fallenden Stein zur Erde treiben, Bewegungen, die bereits bestanden, bevor der Stein losgelassen wurde, sodass wir, wenn man so will, keine neue Bewegung zu sehen bekommen, sondern nur die Fortsetzung einer schon bestehenden.

Selbstverständlich muss der Naturforscher bei solchen Spekulationen auf der Hut sein, um nicht der Spielball seiner Phantasie zu werden; unfehlbar wird er das werden, wenn er nicht an seine Theorien strenge Anforderungen stellt.

Er muss Sorge tragen, dass seine Erklärung mit den einzelnen Thatsachen der Erscheinungsgruppen, welche er dem Verständnis näher bringen will, übereinstimmt, und erst, wenn durchaus kein anderer Ausweg mehr zu finden ist, wird er es wagen, von den verallgemeinerten Erfahrungen, die im Gesetz der Erhaltung der Energie und in den Regeln der Thermodynamik ausgesprochen werden, abzuweichen. Was er aus seiner Theorie voraussagen kann, muss er soweit als möglich auf die Probe stellen. Kurz, wie Hertz es ausdrückt, wir machen uns „innere Scheinbilder" der äusseren Gegenstände, und zwar so, dass das, was sich aus diesen Bildern nach den Gesetzen unseres Denkvermögens ergiebt, dem entspricht, was ausserhalb von uns nach den Naturgesetzen geschieht.

Unser gutes Recht so zu handeln, entlehnen wir dem inneren Drange unseres Geistes, unser Vertrauen auf den Erfolg aber den bereits mit gutem Glück aufgestellten Theorien. Wir hätten solche Bilder, wie sie Hertz verlangt, gar nicht bilden können, wenn nicht zwischen unserem Geiste und der Natur eine Verwandtschaft und Übereinstimmung bestünde, die uns vor gänzlichem Irrtum bewahren muss.

Unter den Theorien der heutigen Physik giebt es eine Gruppe — man kann sie die elektromagnetischen Theorien der physikalischen Erscheinungen nennen —, die mir für die nächste Zukunft soviel zu versprechen scheinen, dass ich es für gut halte, sie etwas ausführlicher zu besprechen.

Als Ausgangspunkt hierzu möge die gegenwärtige Auffassung der Lichterscheinungen dienen, die wir, was die theoretische Ausarbeitung betrifft, James Clerk Maxwell, und was die experimentelle Bestätigung der Grundlagen anbelangt, Heinrich Hertz zu verdanken haben, beides Männern von seltenen Geistesgaben, die leider zu früh, der eine im 49., der andere im 37. Lebensjahr der Wissenschaft entrissen wurden.

Die fundamentalen Begriffe, welche Maxwell zu seiner Entdeckung der Natur der Lichtschwingungen benutzte, fand dieser Forscher bei seinem grossen Vorgänger Faraday.

Ebenso wie dieser sah er in der Wirkung zweier elektrisierter Körper oder zweier Magnete auf einander etwas anderes, als die der weiteren Forschung sich fast gänzlich entziehende Fernewirkung der alten Theorien. Es müsse, so meinte er, in dem ringsum und zwischen den auf einander wirkenden Körpern befindlichen Stoff eine gewisse Veränderung stattgefunden haben; durch eine Modifikation seines natürlichen Zustandes müsse jener Stoff, das Medium, die Ursache jedes Einflusses geworden sein, den der eine Körper auf den anderen ausübt. Dieser Vorgang müsse dem Fortziehen eines Gegenstandes durch den anderen unter Vermittelung einer zwischen beiden gespannten Schnur, oder der Übertragung der durch die Luft fortgepflanzten Schwingungen einer Stimmgabel auf die andere einigermassen ähnlich sein. Wir wollen annehmen, dass das Zwischenmedium bei den elektrischen und magnetischen Erscheinungen der Weltäther sei, der nicht nur im Himmelsraume zwischen den Atmosphären der Sterne anwesend ist, sondern auch alle Räume zwischen den Atomen des gewöhnlichen oder wägbaren Stoffes ausfüllt, ja vielleicht die Atome selbst durchdringt.

Die Veränderungen, welche in diesem Äther vor sich gehen können, sind nun von zweierlei Art. Rings um einen elektrisierten Körper befindet sich der Äther in einem Zustande, infolgedessen er auf ein Körperchen mit einer elektrischen Ladung eine Kraft von bestimmter

Richtung und Grösse ausübt; in der Nähe eines gewöhnlichen Magnetstabes besteht ein Zustand, der auf analoge Weise die Kraft bestimmt, die auf einen Magnetpol ausgeübt wird. Man kann diese Zustände, indem man den Namen einer Wirkung auf die Ursache derselben anwendet, durch die Ausdrücke „elektrische Kraft“ und „magnetische Kraft“ bezeichnen.

Zuweilen haben wir es nur mit einer von beiden zu thun, so wenn im ersten Beispiel die Grösse der elektrischen Ladung, im zweiten die Magnetisation fortdauernd dieselbe ist. In vielen Fällen bestehen die beiden Zustände zu gleicher Zeit, aber dann existiert auch zwischen beiden ein bestimmter Zusammenhang, welche man aus den wahrgenommenen Erscheinungen hat ableiten können. Die Gleichungen, in denen Maxwell denselben ausdrückte, lehrten ihm, dass das Entstehen oder Vergehen und im allgemeinen jede Veränderung der elektrischen oder magnetischen Kraft in irgend einem Punkt des Äthers sich überall im umgebenden Raum fühlbar machen wird, jedoch nicht augenblicklich, sondern um so später, je mehr man sich vom Ausgangspunkt entfernt. Die elektromagnetischen Gleichgewichtsstörungen pflanzen sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit fort, die aus Messungen über elektrische und magnetische Erscheinungen abgeleitet werden kann; sie beträgt 300 Millionen Meter pro Sekunde.

So wird, wenn ein leitender Gegenstand erst auf der einen Seite eine positive und auf der anderen eine negative Ladung hat, und diese sich dann plötzlich ausgleichen, eine elektromagnetische Welle sich nach allen Richtungen hin ausbreiten, einigermassen so, wie die durch einen in Wasser geworfenen Stein hervorgerufenen Wasserwellen sich fortpflanzen. Fliesst die Elektrizität anhaltend in dem Körper hin und her, dann entstehen in dem umgebenden Äther elektrische und magnetische Schwingungen, ebenso wie über eine Wasserfläche eine Reihe von Wellenbergen und -Thälern hintereinander fortlaufen können. In jedem Punkt wechselt sowohl die elektrische als auch die magnetische Kraft unaufhörlich ihre Richtung; beide stehen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung.

Nachdem dies alles entdeckt, fiel eine merkwürdige Übereinstimmung mit den Lichterscheinungen ins Auge. Dass sich bei diesen eine schwingende Bewegung fortpflanzt, wusste man schon lange; ebenso, dass die Richtung der Schwingungen senkrecht zum Lichtstrahl steht. Und, was vor allen Dingen auffallen musste, die Geschwindigkeit des Lichts, wie sie zuerst aus astronomischen Beobachtungen und später auch durch Versuche auf der Erde gefunden wurde, ist 300 Millionen Meter pro Sekunde, gerade ebensogross als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen und magnetischen Kraft.

(Fortsetzung folgt.)

REFERATE ÜBER DIE BERICHTE DES INTERNATIONALEN PHYSIKERKONGRESSES ZU PARIS.

André Broca, Die Umwandlungen der Energie im Organismus. 28 Seiten.

Der erste Abschnitt dieses Berichts „Thermodynamik“ beschäftigt sich im wesentlichen mit der alten Streitfrage, ob im Muskel chemische Energie erst in Wärme und diese in mechanische Arbeit, oder vielmehr direkt in mechanische Arbeit verwandelt werde: Verfasser entscheidet sich mit Fick u. a., gegen Engelmann für das letztere. In der historisch-kritischen Darstellung fällt das Gewicht auf, welches er den an und für sich ja sehr anerkennenswerten, aber vollständig überlebten Bemühungen eines Hirn beimisst, sowie den neueren Arbeiten von Chauveau über die Muskelmechanik, welche uns Deutschen wenigstens auch nicht das geringste Neue gebracht haben. Verfasser kommt auf Versuche zurück, in welchen er mit Richet Abkühlung statt Erwärmung der gereizt sich kontrahierenden Muskeln eines warmblütigen Tieres dann beobachtet haben will, wenn dieses im Erstickungs- resp. Verblutungszustande sich befindet. Referent muss hier bemerken, dass alle derartigen Fälle von „negativer Wärmeschwankung“, deren Vorgeschichte ja auch Verfasser kurz wiedergiebt, sich bisher auf Fehlerquellen haben zurückführen lassen; Referent besitzt hierüber auch eigene, nicht veröffentlichte Erfahrungen, welche sogar etwas dem vorliegenden Falle sehr nahestehendes betreffen. Nun, Verfasser sucht auf Grund der Konstruktion eines galvanischen Elementes, welches mehr elektrische Energie abgiebt, als chemische in ihm verbraucht wird (daher also sich abkühlen muss), zu zeigen, dass die „Abkühlung des thätigen Muskels“ doch mit der direkten Umwandlung der chemischen Energie in mechanische vereinbar sei.

In dem zweiten Abschnitt „über organische Schwingungserscheinungen“ redet Verfasser zwar von dem Muskelgeräusch als einer solchen, während er die Reizwelle, resp. Negativitäts-

und Kontraktionswelle am Nerven, resp. Muskel kaum flüchtig berührt. Dafür geht er auf eine jeder einzelnen Erregung folgenden Periode der Unerregbarkeit — beim Herzmuskel als sogenannte „Refraktärperiode" durch Marey entdeckt und lange bekannt — ausführlich ein, welche Richet und er an dem Gehirne von an Krämpfen leidenden oder mit Chloralose vergifteten Tieren entdeckt haben, deren Dauer von der Temperatur abhängig ist, und deren Bedeutung für die Dauer der einfachsten psychischen Prozesse und Innervationen u. s. w. bereits an anderer Stelle erörtert worden ist.

Etwas ähnliches soll mit einer uns sehr bedenklich erscheinenden Methode Charpentier an der Nervenfaser gefunden haben: viel eleganter ist, wie Referent hier bemerken muss, diese „Refraktärperiode" der Nervenfaser neuerlich durch Gotch und Burch direkt am Aktionsstrom gezeigt worden, und Referent selbst hat in einer im Druck befindlichen Arbeit für diese Erscheinung eine höchst einfache Erklärung gefunden. Verfasser allerdings glaubt, unter weiterer Heranziehung der Netzhautoscillationen von Charpentier (siehe das Referat S. 488 dieser Zeitschrift) mit Richet annehmen zu dürfen, dass bei den organischen Schwingungen vollkommene Dämpfung bei Erreichung der Nulllinie stattfinde durch einen Gegenprozess, analog der üblichen Signalisierungstechnik durch ein langes submarines Kabel nach Sir W. Thomson. Auf Wiedergabe der mathematischen Darlegungen glaubt Referent hier verzichten zu können; die Absicht des Verfassers, zu zeigen, dass die Anwendbarkeit des Gesetzes von der Erhaltung der Energie auf physiologische Vorgänge sich durch Einführung allgemeiner physikalischer Prinzipien ohne Eingehen auf das Quantitative und sonstige Details beweisen lasse, hätte nach Ansicht des Referenten sich immerhin noch besser verwirklichen lassen, als in der vorliegenden rein spekulativen Weise.

H. Boruttau.

(Eingegangen 20. Juli 1900.)

C. Barus, Die Fortschritte der Pyrometrie.

Vorbemerkung. — Die messenden physikalischen Untersuchungen, in denen die Temperatur eine Rolle spielt, wurden bis jetzt in der Mehrzahl auf das Temperaturgebiet ausgedehnt, das beherrscht wird von dem Quecksilberthermometer, nämlich von wenig Graden unter Null bis etwa 400° darüber. Messend zu erforschen bleibt noch das relativ kleine Gebiet vom Eispunkt bis zum absoluten Nullpunkte und das grosse Gebiet der hohen Temperaturen. Als obere Grenze der Temperatur, die wir mit unseren Hilfsmitteln erreichen können, dürfen wir die Temperatur des elektrischen Lichtbogens betrachten, nämlich ungefähr 4000°. Die Messung der Temperaturen zwischen 400° und 4000° ist Aufgabe der Pyrometrie.

Die Wissenschaft und die Technik haben ein gleich grosses Interesse an einer zuverlässigen und bequemen Messung hoher Temperaturen. Jene kann mit entsprechenden Pyrometern ihr Gebiet genauer erforschen und vielleicht auch erweitern, diese darf von solchen Instrumenten eine Verbesserung oder Bereicherung ihrer Arbeitsmethoden erwarten.

In den letzten Jahren hat nun die Pyrometrie bedeutende Fortschritte gemacht. Ein Bericht hierüber muss in Anbetracht der Wichtigkeit der Sache dankenswert sein. Zu bemerken ist, dass C. Barus sich um die Pyrometrie, insbesondere durch das Studium des Luftthermometers bedeutende Verdienste erworben hat.

C. Barus teilt in seinem Bericht die pyrometrischen Methoden in thermische, optische und elektrische; von einem Referat über die Strahlungsmethode sieht er ab wegen Berichterstattung hierüber von anderer Seite. Er giebt kurz das Prinzip und die Geschichte einer jeden Methode; verhältnismässig sehr ausführlich bespricht er das Luftthermometer, insbesondere die bei diesem in Betracht kommenden Fehlerquellen. Man vermisst indess eine genauere Beschreibung der zwei Pyrometer, die sich bereits am weitesten vervollkommnet haben, nämlich des Platiniridium-Stickstoff-Thermometers und des Platin-Platinrhodium-Thermoelementes. Dankenswert ist der reichhaltige Litteraturnachweis.

Thermische Methoden.

Ausdehnung fester und flüssiger Körper. — Die hierauf gegründeten Methoden haben in der Hauptsache nur mehr historische Bedeutung. Zu erwähnen ist von ihnen vielleicht das Quarz-Zinn-Thermometer von M. Dufour, das eine Nachbildung des gewöhnlichen Glas-Quecksilber-Thermometers ist.

Schmelzpunkt. — Durch Bestimmung von Schmelzpunkten ist von mehreren Beobachtern eine kleine Skala hoher Temperaturen gegeben worden. In der Technik wird von dieser Methode mit den sogenannten Seegerkegeln Anwendung gemacht. Diese kleinen spitzen Kegel bestehen aus einer passenden Mischung von Quarz, Kalk und Feldspat; ihr Zusammenschmelzen kündet das Eintreten gewisser Temperaturen an.

Siedepunkt. — Die Siedepunkte von Zink,

Kadmium, Selen, Schwefel und Quecksilber können als feste Temperaturmarken benutzt werden.

Spezifische Wärme. — Man lässt einen Metallkörper die zu ermittelnde Temperatur annehmen, bestimmt dann kalorimetrisch seine Wärmemenge und berechnet hieraus und aus seiner spezifischen Wärme seine Temperatur. Diese Methode ist offenbar unbequem und wegen der Variation der spezifischen Wärme unsicher, sie wird indessen in manchen technischen Laboratorien noch angewendet.

Luftthermometer. — Das Luftthermometer und zwar sowohl bei konstantem Druck wie konstantem Volumen wurde von einer Reihe von Forschern auch zur Bestimmung hoher Temperaturen angewendet. In früherer Zeit, ja noch in den letzten Jahren wurde als Behälter für die Luft eine hohle Porzellankugel mit einem Ansatzrohr aus dem gleichen Stoff benutzt. Von der Anwendung einer Kugel aus Platin sah man ab, weil dieses Metall in erhitztem Zustand für die Luft durchlässig ist. Indes wurde in neuerer Zeit nachgewiesen, dass Platin bezw. Platiniridium für Stickstoff undurchlässig ist; dazu zeigte sich das Porzellanthermometer wegen seiner Materialfehler als wenig zuverlässig. Aus diesen Gründen wendeten Holborn und Day in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt einen Platiniridiumbehälter mit Stickstofffüllung an. Und dieses Luftthermometer der Reichsanstalt liefert nun bis 1200° zuverlässige Werte und kann zur Aichung anderer Pyrometer dienen.

Innere Reibung von Gasen. — Die Temperatur ändert die innere Reibung von Gasen und den Querschnitt einer von Gas durchströmten Kapillare. Aus dieser Beziehung lässt sich die Temperatur ermitteln (Barus, Callendar).

Methode der Drucklibelle. — Von zwei kommunizierenden Röhren wird die eine erhitzt, die andere auf gewöhnlicher Temperatur gehalten. Aus der Verschiebung eines Flüssigkeitsfadens (Drucklibelle), auf deren Enden das erhitzte und nicht erhitzte Gas lasten, wird die Dichte des Gases in dem erhitzten Rohr bestimmt und daraus dessen Temperatur berechnet. (A. Töpler.)

Optische Methoden.

Interferenzmethode. — Von zwei interferenzfähigen Lichtstrahlen durchläuft der eine eine Gassäule von der zu bestimmenden Temperatur, der andere eine Säule verdünnten Gases von gewöhnlicher Temperatur. Aus der Verschiebung der durch Interferenz auftretenden Streifen lässt sich die hohe Temperatur unter einer gewissen Annahme berechnen. (D. Berthelot.)

Polarisation und Doppelbrechung. — Es sind Versuche angestellt worden, aus der thermischen Änderung der Doppelbrechung im Quarz u. s. w. oder der Drehung der Polarisationsebene hohe Temperaturen zu bestimmen.

Elektrische Methoden.

Elektrischer Widerstand. — Da der Widerstand der Leiter eine Funktion der Temperatur ist, so lässt sich aus ihm diese berechnen. Diese pyrometrische Methode ist leicht anwendbar und empfindlich, arbeitet aber nur unterhalb der Rotglut zuverlässig und bedarf auch einer öfteren Kontrolle. Sie wurde von Siemens in die Technik eingeführt und empfiehlt sich auch für das wissenschaftliche Laboratorium.

Thermoelektrizität. — Als Metalle eines Thermoelementes werden für pyrometrische Zwecke Platin und Platinrhodium oder Platiniridium gewählt. Die elektromotorische Kraft wird mit einem empfindlichen Spulengalvanometer bestimmt.

Über das thermoelektrische Pyrometer äussert sich Barus in folgenden Worten. „Der erhitzte Teil der thermoelektrischen Säule besitzt beschränkte Dimensionen; die Angaben der Säule sind unabhängig von den mittleren Temperaturen zwischen den Lötstellen; das Instrument kennt darum die Schwierigkeiten nicht, welche für die anderen durch die Frage der Endstellen bedingt wird; es gestattet sehr hohe Temperaturen zu messen; seine mit einem Normal-Clark-Element verglichenen Konstanten ändern sich nicht mit der Zeit; seine Angaben sind unabhängig von den Dimensionen der Zuleitungsdrähte; sie sind augenblicklich; die beschädigten Elemente können leicht wieder in Stand gesetzt werden."[1])

Schlussbemerkung.

Es liegt auf der Hand, dass die im vorstehenden aufgezählten pyrometrischen Methoden weder hinsichtlich ihrer Genauigkeit noch ihrer Bequemlichkeit gleichwertig sind. Barus hebt in seinem Schlusswort hervor das Luftthermometer der Reichsanstalt, die in England studierte Methode der inneren Reibung, die in Frankreich von D. Berthelot vertretene Interferenzmethode.

Sofern es sich um die thatsächlichen Erfolge in der Pyrometrie, nicht um die historischen wissenschaftlichen Verdienste handelt, kann ich mich dieser Auffassung über den gegenwärtigen Stand der Pyrometrie nicht anschliessen.

1) Keiser & Schmidt in Berlin stellen zusammen mit Heräus in Hanau thermoelektrische Pyrometer her, diese werden in der Reichsanstalt geaicht und geben bei direkter Zeigerablesung die Temperatur zwischen 0° und 1500° auf 10° genau an. Durch besondere Vorrichtungen kann eine Genauigkeit bis auf 1° erreicht werden.

Um diesen scharf zu charakterisieren, hat man erstens zu fragen: Besitzen wir ein Instrument, dessen Angaben zuverlässig sind und das als Normalinstrument zur Aichung anderer Pyrometer betrachtet werden kann? Antwort: Bis jetzt lediglich das Platin-Stickstoffthermometer der Reichsanstalt. Zweitens ist zu fragen, ob wir Pyrometer besitzen, die, wenn einmal geaicht, für den Gebrauch zuverlässig und handlich sind. Antwort: Das thermoelektrische und das Widerstandspyrometer.

Den Gelehrten der Reichsanstalt ist es nicht bloss zu danken, dass sie (Holborn, Wien, Day) der Pyrometrie einen sicheren Boden gegeben haben; ihnen ist auch das Verdienst zuzuerkennen, dass sie (Lummer, Pringsheim) eine zuverlässige Methode ausgearbeitet haben, die da einsetzt, wo die oben angegebenen Methoden unsicher werden oder überhaupt versagen, nämlich die Strahlungsmethode, welche Temperaturen von der Rotglut bis weit über 4000^0 zu bestimmen gestattet. J. Stark.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

R. Blondlot und C. Gutton, Die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen. 16 Seiten.

Blondlot hat an dem Gegenstande des vorliegenden Berichtes einen wichtigen Anteil, und man durfte aus seiner Feder eine wertvolle Übersicht über das Material erwarten. Der Bericht wird dieser Erwartung nicht durchaus gerecht, denn es fehlt fast ganz die kritische Sichtung. Nur durch eine solche wird ein Bericht dieser Art zu einer wissenschaftlichen That, indem er auf die Mängel und Bedenklichkeiten der bisherigen Arbeiten den Finger legt und mit Bestimmtheit zeigt, was zu thun noch übrig bleibt. —

Die Übersicht selbst ist klar und ziemlich vollständig. Da nur die Methoden ausführlicher behandelt werden, deren Resultate vor der theoretischen und experimentellen Kritik Stand gehalten haben, so werden Hertz (1888) und Lecher (1890) nur als historische Faktoren in Rechnung gesetzt. Bei Hertz ist bekanntlich der Endwert durch den Fehler der Kapazitätsrechnung seines Erregers entstellt, und Lechers Messungen sind von Cohn und Heerwagen theoretisch nicht einwandsfrei gefunden worden.

Der erste zuverlässige Wert ist von Blondlot (1891) gemessen. Nach Sarasin und de la Rive zeigt ein Hertzscher Resonator, mit dessen Hülfe man das Feld eines Lecherschen Drahtsystemes analysiert, durch die gefundenen Knoten und Bäuche die Wellenlänge λ seiner Eigenschwingung an. Aus der Beziehung $\lambda = vT$ ergiebt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit v, sobald die Schwingungszeit T bekannt ist. T wurde nach der Formel

$$T = 2\pi\sqrt{CL}$$

berechnet, wobei die Kapazität C (Plattenkondensator) nach der Maxwellschen Methode gemessen, L nach einer Formel von Mascart berechnet wurde. Die Knoten und Bäuche im Lecherschen Felde wurden durch die Resonatorfünkchen ermittelt.

In einer zweiten Versuchsreihe machte sich Blondlot (1893) von jeder Theorie unabhängig durch folgende Anordnung: zwei Leydener Flaschen, jede mit zwei getrennten äusseren Belegen, werden entgegengesetzt geladen. Die äusseren Belegungen sind paarweise durch feuchte Schnüre in Verbindung gesetzt. Das eine Paar dieser Belegungen ist ausserdem durch einen kurzen in einer Funkenstrecke F unterbrochenen Draht verbunden, das andere Paar durch je 500 m lange, an dieselbe Funkenstrecke F angeschlossene Drähte. Werden die inneren Belegungen miteinander verbunden, so gleichen sich auch die Ladungen der äusseren Belegungen durch die Funkenstrecke F aus, und zwar wird zuerst das erste Paar einen Funken liefern, später, nach dem Durchlaufen der langen Verbindungsdrähte, das zweite. Diese beiden Funken werden auf einer mit bekannter Geschwindigkeit bewegten photographischen Platte aufgenommen, und so die Zeit t ermittelt, welche der elektromagnetische Impuls zum Durchlaufen des 1000 m langen Drahtes braucht.

Im Jahre 1895 haben Trowbridge und Duane nach einer der ersten Blondlotschen (Lecherschen) Methode ähnlichen von v den Wert bestimmt. Sie massen ähnlich wie Blondlot die Wellenlänge λ eines Resonators von grossen Dimensionen, dessen Schwingungszeit T direkt durch die photographische Zerlegung seiner Funkenentladung gemessen wurde. Dann ergab sich v aus $\lambda = vT$.

Dass die Intensität der elektrischen Wellen auf ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit keinen Einfluss ausübt, zeigte u. A. Ebert (1895) durch Messungen innerhalb weiter Grenzen.

Clarence A. Saunders (1897) mass die Geschwindigkeit elektrischer Wellen in principiell ganz analoger Weise, wie Trowbridge und Duane, durch Messung einer zusammengehörigen Wellenlänge und Periode. Die Versuchsanordnung war wenig verschieden von der von Trowbridge und Duane, die Periode wurde auch hier durch Photographie mittelst des rotierenden Spiegels bestimmt.

Mac Lean (1899) mass die Knoten stehender Wellen in Luft, die er durch Reflexion

vor einem Planspiegel erhielt, mit Hülfe eines Resonators bestimmter Dimensionen, der eine Kohärereinrichtung besass. Die Periode wurde durch Photographie der Funken eines in bestimmten Verhältnissen vergrösserten Resonators mittelst rotierenden Spiegels gefunden.

Folgende mittleren Werte der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen wurden nach den obigen Versuchen gemessen:

Blondlot (1891)	302 200 km/sec.
Blondlot (1893)	{296 400 „ 298 000 „
Trowbridge und Duane (1895)	300 300 „
Clarence A. Saunders (1897)	{298 200 „ 299 700 „
Mac Lean (1899)	299 110 „

H. Th. Simon.

(Eingegangen 27. Juli 1900.)

E. Branly, Die Radiokonduktoren 16 Seiten.

Pulverisierte Metalle bieten dem elektrischen Strome einen grossen Widerstand dar, welcher, wie Branly (1890) zeigte, durch verschiedene elektrische Einflüsse, insbesondere die Einwirkung benachbarter elektrischer Funken, bedeutend herabgesetzt wird. Der vorliegende Bericht soll eine Übersicht über die Untersuchungen geben, welche seitdem an solchen „Radiokonduktoren" gemacht sind.

Der überwiegende Anteil, den Branly selbst an diesen Untersuchungen genommen hat, sichert dem Namen dieses Forschers von vornherein den Löwenanteil dieses Berichtes. Doch hätte derselbe auf einem internationalen Physikerkongresse auch den Arbeiten anderer Physiker mehr gerecht werden müssen, als es geschehen ist. In Wahrheit haben wir hier im wesentlichen eine Zusammenstellung der Arbeiten Branlys seit 1890 über den Gegenstand, zum grossen Teile in Ausschnitten aus seinen bezüglichen Abhandlungen.

Als solche, nicht als Bericht über die Gesamtlitteratur, ist der Bericht wertvoll und interessant. Er ist wohlgesichtet und übersichtlich geordnet.

I. Die Grundthatsache ist oben dargestellt; eine mit Metallfeilicht gefüllte Röhre spielt demnach die Rolle eines Stromunterbrechers, den man aus der Entfernung (durch elektrische Wellen) in Thätigkeit setzen kann.

II. Die verschiedenartigsten leitenden Substanzen zeigen im pulverisierten Zustande radiokonduktive Eigenschaften; sie werden hier ausführlich aufgezählt.

III. Der Durchgang eines hochgespannten Stromes, sei er kontinuierlich oder induziert, bringt in einer Feilichtsäule die Verminderung des Widerstandes hervor. Die Fernewirkung der elektrischen Funken ist also nur ein Spezialfall dieses allgemeinen Verhaltens. Die Versuche zeigen (Anlegen einer hohen Spannung unter Zwischenschaltung eines sehr grossen Widerstandes), dass die Spannung und nicht die Stromstärke die Widerstandsverminderung auslöst. Daher lösen wegen ihrer starken Induktionswirkungen die Hertzschen und Righischen Erreger so empfindliche radiokonduktive Wirkungen aus.

IV. Diese Wirkung reicht über 150 m weit. Mit besonderen Anordnungen hat Marconi dieselbe zur Ferntelegraphie ohne fortlaufenden Draht auf viele Kilometer übertragen. Doch soll von diesen praktischen Verwendungen in diesem Berichte nicht die Rede sein.

V. Die Wirkung geht durch nichtmetallische Substanzen fast ungeschwächt hindurch. Metalle schirmen sie aber schon in sehr dünner Schicht, sobald man den ganzen Empfängerapparat vollständig damit umschliesst.

VI. Die Leitfähigkeit bleibt nach der „Bestrahlung" bestehen und verschwindet erst ganz allmählich. Gewisse physikalische Umstände, z. B. Erschütterung, Erwärmung u. s. w., stellen den ursprünglichen Widerstand wieder her.

VII. Über die beste radiokonduktive Metallfeilichtröhre liegen mancherlei Untersuchungen vor, aus denen allgemein Hervorspringendes nicht anzuführen ist.

VIII. Ähnlich steht es mit der besten konstruktiven Form der Röhren. Bald wird Feilicht, bald Staub, bald werden kleine Kugeln, bald Stückchen Spiralfedern verwendet. Verwendet man Scheiben, so spielt die Natur des Metalls eine Rolle. Die Metalle lassen sich dann mit Rücksicht auf ihr Verhalten in zwei Gruppen teilen: 1. Zink, Kupfer, Silber, Messing u. s. w.; 2. Eisen, Stahl, Aluminium, Wismuth, Blei, Zinn u. s. w. Der Kontakt zweier Scheiben hat keinen beträchtlichen Widerstand, wenn die eine davon der ersten Gruppe angehört. Gehören beide Scheiben der zweiten Gruppe an, so ist der Widerstand gross, wächst bei Erschütterung, wird kleiner durch eine Funkeneinwirkung und erreicht seinen Wert wieder bei Erschütterung.

IX. Dieser Abschnitt behandelt den Mechanismus der beschriebenen Vorgänge. Es ist zu bedauern, dass hier nicht eine präzise Sichtung der zahlreichen Arbeiten vorgenommen wurde, die vorliegen. Selbst das, was von den verschiedenen Ansichten besprochen wird, ist lange nicht scharf genug herausgearbeitet, sodass weder der Verfasser noch der Leser zu einer bestimmten klaren Meinung kommt. Im wesentlichen haben zwei Auffassungen Anhänger: die eine nimmt an, dass kleine Fünkchen die isolierenden

Zwischenräume zwischen den Körnern durchschlagen und kleine, mit leitenden Metallpulvern ausgekleidete Kanäle bilden. Die zweite, von Lodge eingeführte Ansicht nimmt an, dass die elektrostatischen Ladungen der Körner dieselben so aneinander pressen, dass sie an den Berührungspunkten kohärieren (oder auch zusammenschweissen, nach einer anderen Anschauung). Deshalb nennt Lodge die radiokonduktiven Leiter Kohärer. (In Deutschland hat man dafür, mehr im Sinne der Zusammenschweissungstheorie, das Wort „Fritter" einzuführen gesucht. D. Ref.) Tommasina hat die zusammenhängenden Körnerketten direkt beobachten können.

Branly selbst hält an der Anschauung fest, dass durch die elektrischen Einflüsse die Zwischenschicht „leitend" werde (was aber mehr eine Umschreibung des Vorgangs, als eine Erklärung sein dürfte. D. Ref.)

X. Man kann durch kreuzweise übereinander gelegte (meist oxydierte) Stäbe auch Radiokonduktoren mit einem einzigen Kontakte erhalten, während die Feilichtkonduktoren unendlich viele Kontakte aufweisen.

XI. Die Radiokonduktoren sind sehr geeignet zur Untersuchung elektrischer Wellen und haben dazu vielfache Anwendung gefunden.

XII. Branly fand (1891) auch einige Radiokonduktoren, deren Widerstand durch Bestrahlung grösser wird, nämlich einige wenige Metallpulver, platiniertes Glas, Bleisuperoxyd u. s. w.

XIII. Nachdem die Radiokonduktoren durch die drahtlose Telegraphie so grosse Bedeutung gewonnen haben, hat man in der Litteratur eine Reihe von Vorläufern der Branlyschen Entdeckung gefunden, Beobachtungen, die, früher durchaus unerklärlich, wieder in Vergessenheit geraten waren. Die ältesten derselben sind wohl die 1850 von Guitard über Kohäsion von Staubteilchen in elektrisierter Luft.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 27. Juli 1900.)

REFERATE.

Elektrotechnik.

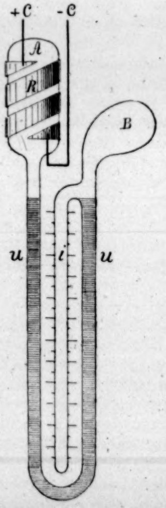
Besorgt von Professor Dr. Th. Des Coudres.

Der Wrightsche Maximalstrommesser.

Um zu ermitteln, welche grösste Stromstärke in einem bestimmten Zeitraum eine Leitung durchflossen hat, ist von Wright ein Apparat konstruiert und von der Firma Mildé fils & Co. in Paris gebaut und in den Handel gebracht worden.

Das Prinzip dieses sehr einfachen Maximalstrommessers beruht auf der Wärmeeinwirkung des Stromes auf ein eingeschlossenes Gasquantum und dessen dadurch hervorgerufene Ausdehnung. Eine *U*-förmig gebogene enge Glasröhre *U U* (s. Figur) endet an ihren beiden Schenkeln in aufgeblasene Erweiterungen *A* und *B*. Das eine dieser Glasgefässe, *A*, ist von einer Spirale *R* aus einer Metalllegierung von hohem elektrischen Widerstande und geringem Temperaturkoeffizienten umgeben.

Dicht unter der anderen Glasbirne *B* setzt sich seitlich ein nach unten gebogene und unten geschlossene Glasröhre *J* zweigförmig an, wie dies die Figur erkennen lässt. Das *U*-Rohr ist mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllt. Fliesst kein Strom durch die Drahtspirale, so steht die Flüssigkeit in der rechten Rohrhälfte bis zu dem Ansatzpunkt des Anzeigerohrs *J*. Wird der Strom *C* geschlossen, so wird das Gas in dem linken Glasballon ausgedehnt, die Flüssigkeit steigt in dem rechten Schenkel der *U*-Röhre und fliesst zum Teil in das Anzeigerohr über. Diese in dem Anzeigerohr befindliche Flüssigkeitsmenge kann dann als Mass für die Stromstärke gelten. Eine grössere, die frühere übertreffende Stromstärke bewirkt das Überfliessen einer neuen Menge Flüssigkeit.



Die Flüssigkeitshöhe in dem Anzeigerohr giebt demnach ein Mass für das Strommaximum, das den Apparat in der verflossenen Zeit passiert hat.

Die Einteilung des Standrohres wird empirisch bestimmt.

Um den Apparat wieder auf Null zu stellen ist es nur nötig, denselben umzudrehen, um die in dem Zählrohr enthaltene Flüssigkeit in das *U*-Rohr zurückzubefördern.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass der Apparat sowohl für Gleich-, als auch für Wechselstrom brauchbar ist.

Anderseits ist zu bemerken: Da die Wärmeeinwirkung des Stromes auf die Gasmasse nicht momentan erfolgt, sondern eine gewisse Zeit vergeht, bis sich das Gas vollständig erwärmt resp. ausgedehnt hat, so werden die Angaben des Apparats durch plötzliche, starke Stromschwankungen wie z. B. Kurzschluss nicht beeinflusst.

Die Empfindlichkeit des Instrumentes ist eine solche, dass, wenn das Strommaximum 5 Minuten dauert, der Apparat 80 für 100, bei 10 Minuten 95 für 100, bei 15 Minuten und mehr 100 für 100 anzeigt.

Angewendet wird der Wrightsche Messer in Verbindung mit einem gewöhnlichen Elektrizitätszähler für die Feststellung der Stromgebühren nach dem in Frankreich üblichen Tarif differentiel, ferner in Akkumulatorenanlagen, um zu prüfen, ob die höchst zulässige Entladestromstärke während einer gewissen Zeit nicht überschritten worden ist, ferner für Stromverteilungsstellen, zur Feststellung der Maximalbelastung von Transformatoren u. s. w.

Wie man sieht, ist der Wrightsche Messer zwar kein Präzisionsinstrument, leistet aber bei seiner Einfachheit für gewisse praktische Zwecke vorzügliche Dienste. E. Ruhmer.

Paris, Anfang Juli 1900.

BESPRECHUNGEN.

Emil Cohn, Das elektromagnetische Feld. Vorlesungen über die Maxwellsche Theorie. Leipzig. S. Hirzel, 1900. 601 Seiten. Preis gebunden M. 15.60.

Der Verfasser spricht sich in der Einleitung über das Ziel, welches er bei diesen Vorlesungen im Auge hatte, folgendermassen aus: „Eine Darstellung, welche die Maxwellschen Grundgleichungen an die Spitze stellt und von ihnen aus deduktiv fortschreitet, ist möglich und kann durch ihre geschlossene, alle Wiederholungen vermeidende Form Befriedigung gewähren. Sie beginnt aber notwendig mit der Behandlung ganz abstrakter mathematischer Symbole, die sich erst allmählich mit physikalischem Inhalt füllen. Sie erscheint dadurch ungeeignet zur Einführung in die Theorie. Wir wollen deshalb induktiv verfahren und zu zeigen suchen, wie man von den beobachteten Erscheinungen aus zu denjenigen theoretischen Anschauungen geführt wird, welche in den Maxwellschen Gleichungen ihren einfachsten und umfassendsten Ausdruck finden. Wir werden, indem wir die unmittelbaren Ergebnisse der Beobachtungen verallgemeinern, im grossen und ganzen den Pfaden der historischen Entwickelung folgen; indem wir aber diejenigen Verallgemeinerungen ausschliessen, welche durch spätere Beobachtungen widerlegt sind, werden wir die Umwege zu vermeiden suchen."

Diesem Programme gemäss geht der Verfasser im ersten Kapitel von dem Erfahrungssatze aus, der die Konstanz der Elektrizitätsmenge ausspricht, und von Coulombs Gesetz; er schreibt übrigens letzteres $f = \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon r^2}$, wodurch es ermöglicht wird, das 4π aus den Grundgleichungen herauszuschaffen. Das Potential und die Feldintensität sind dabei abgeleitete Grössen. Bis hierher werden die Vorstellungen der Fernewirkungstheorie verfolgt; dann aber wird gezeigt, dass man auch die Betrachtungen umkehren und den Begriff der Feldintensität zu Grunde legen kann. Das Kapitel schliesst mit der Berechnung der Spannungen und ponderomotorischen Kräfte im elektrostatischen Felde. In den nächsten drei Abschnitten wird die elektrische Strömung, das statische magnetische Feld (unter Voraussetzung konstanter Permeabilität) und das magnetische Feld stationärer Ströme besprochen. Das fünfte Kapitel behandelt die Induktionsströme in linearen Leitern; ihre Gesetze werden nach Helmholtz aus den bekannten ponderomotorischen Kräften mit Hilfe des Energieprinzips gewonnen.

Erst im sechsten Kapitel gelangen die Maxwellschen Gleichungen zur Darstellung. Die erste Grundgleichung ist äquivalent mit dem Induktionsgesetze; die zweite spricht aus, dass die zeitliche Änderung der elektrischen Polarisation einer elektrischen Strömung gleichwertig ist. Von der nunmehr erreichten Höhe blickt der Verfasser auf das bisher durchwanderte Gebiet zurück; er setzt den Unterschied der Maxwellschen und der älteren Elektrodynamik auseinander. Das Kapitel schliesst mit Folgerungen aus dem Poyntingschen Gesetze über die Wanderung der Energie im elektromagnetischen Felde.

Das siebente Kapitel beschäftigt sich mit der Integration der Maxwellschen Gleichungen für einige spezielle Fälle. Es beginnt mit

Birkelands Lösung, welche die Ausbreitung einer beliebigen Anfangsstörung in einem Leiter zu verfolgen gestattet. Dann folgt die Reflexion und Brechung ebener Wellen und die Fortpflanzung von Wellen längs cylindrischer Leiter. Hier wird ein merkwürdiges Näherungsverfahren verwandt, welches darauf hinausläuft, dass die zur Leiter parallele Komponente des Verschiebungsstromes vernachlässigt wird. In gewissen Fällen ist dieses erlaubt; dann ergeben die älteren Theorien dasselbe wie die Maxwellsche. Ferner wird die Theorie der oscillatorischen Entladung eines Kondensators entwickelt. Dagegen vermisst der Referent die theoretischen Untersuchungen von H. Hertz über die Verteilung der Kräfte um einen geradlinigen, gegen die Wellenlänge verschwindend kleinen Erreger. Es ist zwar bei den experimentell realisierbaren Erregern nicht gestattet, die Länge als gegen die Wellenlänge der ausgesandten Strahlen verschwindend klein anzusehen und die Strömung als durch einen einzigen Parameter bestimmt zu betrachten, wie es Hertz thut — vielmehr ist die Strömung längs des Leiters von Querschnitt zu Querschnitt variabel, und die Wellenlänge von der Grössenordnung der Längsdimensionen; dennoch ist jene Untersuchung von prinzipieller Bedeutung, einmal aus dem Grunde, weil sie das einfachste Bild für einen leuchtenden Punkt giebt, (vor allem aber, weil man, wie H. Poincaré (C. R. 1891, S. 515) und V. Levi-Cività Nuovo Cim. VI, 1897, S. 93) gezeigt haben, das elektromagnetische Feld eines beliebigen zeitlich veränderlichen Stromsystems ansehen kann als Superposition der Felder der einzelnen Stromelemente, von denen jedes sich wie ein idealer Hertzscher Erreger verhält. — Was den Vergleich der Maxwellschen Theorie mit der Erfahrung anbelangt, so begnügt sich der Verfasser damit, die Ergebnisse in einige Thesen zusammenzufassen. Die Darlegung der Beziehungen zur Optik und die Diskussion der Frage nach dem Giltigkeitsbeweis der nur mit zwei Konstanten operierenden, strengen Maxwellschen Theorie beschliessen den Abschnitt.

Im letzten Kapitel werden die Grundgleichungen nach drei Richtungen hin erweitert. 1. In Rücksicht auf ferromagnetische Medien; 2. in Rücksicht auf bewegte Medien; hier werden für die Spannungen allgemeine Ausdrücke aufgestellt, die Beachtung verdienen; 3. in Rücksicht auf krystallinische Medien.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das neue Buch jedem als Führer zu empfehlen ist, der sich im elektromagnetischen Felde orientieren will.

Göttingen, den 23. Juli 1900.

M. Abraham.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

Personalien.

Der Assistent im chemischen Laboratorium der königlichen Technischen Hochschule in München, Dr. Georg Rohde, hat sich als Privatdozent für allgemeine Chemie an der chemischen Abteilung dieser Hochschule habilitiert.

Dem Direktor des Berliner Werkes von Siemens & Halske, Aktien-Gesellschaft, und Privatdozenten der Physik an der Universität Berlin, Dr. A. Raps, wurde der Professortitel verliehen.

Der Privatdozent für Elektrotechnik an der technischen Hochschule in München, Dr. C. Heinke ist auf den neu errichteten Lehrstuhl für Elektrotechnik an derselben Hochschule berufen und zum ordentlichen Professor ernannt worden. Den an ihn ergangenen Ruf nach Stuttgart hat er aus diesem Grunde abgelehnt.

Dem Abteilungsvorsteher am ersten Chemischen Institute der Universität Berlin, Privatdozenten Dr. Karl Harries ist das Prädikat „Professor" beigelegt worden.

Zum ordentlichen Professor für allgemeine experimentelle Physik an der Universität Genf ist an Stelle des Professors Charles Soret, der an der École municipale de Physique et de Chimie industrielles in Paris wirkende Professor P. Curie ernannt worden.

Der Privatdozent der Physik Professor Zehnder an der Universität Würzburg ist als Privatdozent in den Lehrkörper der Münchner Universität eingetreten.

Geheimer Regierungsrat Professor Keck, der an der Technischen Hochschule Hannover seit 30 Jahren als Dozent für Mechanik gewirkt hat, ist 59 Jahre alt, infolge eines Schlaganfalles gestorben.

Gesuche.

Für die Physikalische Abteilung des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. wird zu sofortigem Eintritt

ein Assistent

gesucht. Auch ältere im Experimentieren erfahrene Studenten werden berücksichtigt. Bewerbungen an Dr. **Hermann Th. Simon**, Kettenhofweg 113 II, Frankfurt a. M.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.